

REC'D 09 MAR 2004  
WIPO PCT



REC'D 01 2004  
WIPO PCT

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 29 DEC. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

|   |                      |   |  |
|---|----------------------|---|--|
| <b>REMISE DES PIÈCES</b><br>DATE<br>LIEU <b>10 JAN 2003</b><br><b>75 INPI PARIS</b><br>N° D'ENREGISTREMENT<br>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0300264</b><br>DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE<br>PAR L'INPI <b>10 JAN. 2003</b>  |                      | <b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE<br/>À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b><br>L'AIR LIQUIDE<br>Département Propriété Intellectuelle<br>75 Quai d'Orsay<br>75321 PARIS CEDEX 07  |  |
| Vos références pour ce dossier<br>(facultatif) S6058 - PHC/NS   |                      |   |  |
| <b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>  |                      | <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie  |  |
| <b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b><br>Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/><br>Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/><br>Demande divisionnaire <input type="checkbox"/><br>Demande de brevet initiale N° _____ Date _____<br>ou demande de certificat d'utilité initiale N° _____ Date _____<br>Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale N° _____ Date _____ |                      | <b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>   |  |
| <b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b><br>INSTALLATION DE PRODUCTION D'UN GAZ COMPRIME, ET PROCEDE D'EXPLOITATION DE CETTE INSTALLATION  |                      |   |  |
| <b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ<br/>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE<br/>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE<br/>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>  |                      | Pays ou organisation _____ N° _____<br>Date _____<br>Pays ou organisation _____ N° _____<br>Date _____<br>Pays ou organisation _____ N° _____<br>Date _____<br><input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» |  |
| <b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>   |                      | <input checked="" type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b>  |  |
| Nom ou dénomination sociale<br>Prénoms<br>Forme juridique<br>N° SIREN<br>Code APE-NAF   |                      | L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme à Directoire et Conseil de Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude<br>Société Anonyme<br>5 5 2 0 9 6 2 8 1<br>2 4 1 A  |  |
| Domicile ou siège   | Rue                  | 75 Quai d'Orsay   |  |
|   | Code postal et ville | 75 321 PARIS CEDEX 07   |  |
|   | Pays                 | FRANCE  |  |
| Nationalité   |                      | Française   |  |
| N° de téléphone (facultatif)  |                      | 01 40 62 56 91 N° de télécopie (facultatif) 01 40 62 56 95  |  |
| Adresse électronique (facultatif)   |                      | philippe.conan@airliquide.com   |  |
| <input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»   |                      |   |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX</b><br>DATE: 10 JAN 2003<br>LIEU: 75 INPI PARIS<br>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI: 0300264   |  | Réservé à l'INPI   |
| <b>MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b><br>Nom: CONAN<br>Prénom: Philippe<br>Cabinet ou Société: L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme à Directoire et Conseil de Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude<br>N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel: PG 10568<br>Adresse: Rue: 75 Quai d'Orsay<br>Code postal et ville: 75 003 PARIS CEDEX 07<br>Pays: FRANCE<br>N° de téléphone (facultatif): 01 40 62 56 91<br>N° de télécopie (facultatif): 01 40 62 56 95<br>Adresse électronique (facultatif): philippe.conan@airliquide.com |  |  |
| <b>INVENTEUR(S)</b><br>Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques<br>Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes: <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)  |  |  |
| <b>RAPPORT DE RECHERCHE</b><br>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)<br>Établissement immédiat ou établissement différé: <input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé   |  |  |
| Paiement échelonné de la redevance (en deux versements): <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non<br>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt   |  |  |
| <b>RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b><br>Uniquement pour les personnes physiques<br><input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)<br><input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG  |  |  |
| <b>SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b><br><input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences  |  |  |
| Le support électronique de données est joint: <input type="checkbox"/><br>La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe: <input type="checkbox"/><br>Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes:   |  |  |
| <b>SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b><br>(Nom et qualité du signataire)<br>Philippe CONAN  |  | <b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b><br>P. BERNOUIS |

La présente invention concerne un procédé de production de fluide comprimé ainsi qu'une installation de production de fluide comprimé pour sa mise en œuvre.

Comme installation de production d'air comprimé connue, il y a par exemple celle décrite dans l'article intitulé : "Air comprimé, retour d'expérience sur une vente au mètre cube, publié dans ENERGIE PLUS, n°224 du 15 avril 1999, périodique de l'Association Technique Energie Environnement. Elle comprend au moins deux compresseurs dont le côté refoulement est relié à un réseau d'air comprimé ; l'un de ces compresseurs au moins est à vitesse fixe et est dimensionné de telle sorte qu'il fonctionne en permanence à 100% de sa capacité ; un autre est à vitesse variable et est réglé de telle sorte qu'il fasse l'appoint du débit de fluide demandé. Ce dernier compresseur est démarré ou arrêté en fonction de la pression constatée dans le réseau d'air. Lorsque l'installation comprend plus de deux compresseurs, seul un est à débit variable.

Or, ce type d'installation ne peut pas être exploité de façon économique sur une large plage de débits de fluide.

La demande de brevet européen EP 1 249 675 décrit une méthode de contrôle d'une batterie de compresseurs au moyen d'un convertisseur de fréquence. Cependant cette méthode nécessite souvent un investissement financier peu compatible avec le gain d'énergie espéré, et elle n'est envisageable que pour des installations de plus haute de gamme comme les stations d'air conditionné ou les systèmes de production de froid.

La présente invention a pour but de pallier les inconvénients cités, et de proposer une installation de fourniture de fluide comprimé qui soit économique, notamment en ce qui concerne la consommation énergétique. Un autre but est une installation de fourniture de fluide comprimé qui ait un faible coût d'entretien.

Dans le cadre de ses recherches pour atteindre les objectifs précités, la demanderesse s'est aperçue que de façon inattendue, on pouvait améliorer significativement l'énergie spécifique globale d'une installation de compresseurs par la mise en œuvre du dispositif exposé ci-après.

C'est pourquoi selon un premier aspect, l'invention a pour objet une installation de production d'un fluide comprimé comprenant :

- n compresseurs, n étant supérieur ou égal à 1, dont le côté de refoulement est relié à un réseau de fluide comprimé,

- pour chacun des compresseurs, une ligne de connexion avec une source d'énergie,

5 - pour chacun des compresseurs, au moins un moyen de commutation, adapté pour déclencher le changement d'état de chacun des compresseurs,

- au moins un capteur de pression adapté pour mesurer la pression du fluide régnant dans le réseau de fluide comprimé, et

- au moins un moyen de commande adapté pour commander l'un ou l'autre  
10 des moyens de commutation,

caractérisée en ce que :

~~le ou les moyens de commande sont reliés à un ou plusieurs moyens~~  
d'actionnement individuel de chacun des moyens de commutation, et

le ou les moyens de commande comprennent un ou plusieurs moyens de  
15 sélection, aptes à sélectionner un ou plusieurs des compresseurs devant être, soit démarrés, soit passés en marche à vide, soit passés en marche en charge, soit passés à l'arrêt, selon un protocole de choix prédéterminé, fonction de la pression dudit fluide comprimé dans ledit réseau.

Par état, on désigne dans le cadre de la présente invention pour chaque  
20 compresseur, les trois états suivants :

le compresseur est à l'arrêt ;

le compresseur est en marche à vide ;

le compresseur est en marche en charge.

Les compresseurs mis en œuvre dans l'installation objet de la présente in-  
25 vention sont de préférence de type "tout-ou-rien".

Selon un autre aspect préféré de la présente invention, les compresseurs sont identiques.

Par compresseur de type tout-ou-rien, on désigne principalement les com-  
presseurs du commerce classés dans cette catégorie et plus particulièrement les  
30 compresseurs à vis.

~~Par fluide comprimé, on entend un fluide dont la pression totale est supé-~~  
rieure à une atmosphère et plus particulièrement : l'air, l'oxygène (O<sub>2</sub>), l'azote (N<sub>2</sub>),  
l'argon (Ar), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO), l'hélium

(He), le protoxyde d'azote ( $N_2O$ ), le monoxyde d'azote (NO), les mélanges de protoxyde d'azote et d'oxygène, de dioxyde de carbone et d'oxygène, d'azote et de monoxyde de carbone, d'hélium et d'oxygène, tels que par exemple, les mélanges (50 % en volume (v/v)  $N_2O$  + 50 % v/v  $O_2$ ), (5 % v/v  $CO_2$ , 95 % v/v  $O_2$ ), (200 à 800 ppm NO dans  $N_2$ ), (78 % He + 22 % v/v  $O_2$ ), (65 % He + 35 %  $O_2$ ), (80 % v/v He + 20 % v/v  $O_2$ ) ou les mélanges d'azote et de dioxyde de carbone.

Selon un autre aspect préféré de la présente invention, l'installation telle que définie précédemment, est une installation de production d'air comprimé.

Par protocole de choix prédéterminé, on entend dans le cadre de la présente invention, l'ensemble des mesures et/ou comptages et/ou calculs à réaliser qui engendre le choix de changer ou bien de ne pas changer, l'état de l'un ou de plusieurs des compresseurs de ladite installation, lorsque la pression constatée dans le réseau de fluide comprimé, franchit l'une des deux valeurs limites qui sont la pression de seuil basse (PSL) et la pression de seuil haute (PSH).

Selon un premier aspect particulier de la présente invention, l'installation telle que définie précédemment, comprend de deux à six compresseurs.

Selon un deuxième aspect particulier de la présente invention, l'installation telle que définie précédemment comprend au moins un moyen d'acquisition de données, apte à dater et à déterminer chaque changement d'état de chaque compresseur de façon permanente ou discontinue dans le temps.

Selon cet aspect particulier de la présente invention, le protocole de choix est défini grâce à l'ensemble des paramètres suivants :

#### Variables fixées à l'initialisation

-  $N_c$  : Nombre maximum de démarrages des compresseurs par heure ; ce paramètre est fixé par le fabricant du compresseur.

- TMAV : Durée minimale de marche à vide avant arrêt ;

-  $T_p$  : Durée d'utilisation avant permutation forcée ;

- TMAV' : Durée minimum de marche à vide avant passage en marche en charge.

#### Variable calculée en permanence

- T : Date par heure courante.

#### Variables calculées pour chaque compresseur à chaque changement d'état de l'un des compresseurs

-  $T_{CV}$  : Date du dernier changement d'état (marche en charge vers marche à vide) dans la dernière heure ;

- TMG : Nombre d'heures de marche globale, depuis le démarrage de l'installation (temps de marche globale) ;

5     -  $T_1, T_2 \dots T_{NC}$  : Ensemble des dates de démarrage dans la dernière heure, de  $T_1$  du démarrage le plus récent à  $T_{NC}$  le démarrage le plus ancien ;

-  $N_D$  : Nombre de démarrages réalisés dans la dernière heure ;

- TRDEM : Durée restante avant prochain démarrage possible.

10     Selon une variante du procédé objet de la présente invention, à la place du temps de marche globale de chaque compresseur TMG, on suit leur temps de marche en charge globale (TMCG) qui représente le nombre d'heures de marche en charge, depuis le démarrage de l'installation.

15     Selon un mode préféré de cet aspect particulier, les moyens de commandes comprennent un automate programmable caractérisé en ce qu'il comprend une unité centrale comprenant une mémoire et un programme informatique apte à sélectionner, lorsque la pression  $P$  constatée dépasse les seuils de pressions PSH ou PSL, le ou les compresseurs qui, à un instant  $t$  donné, doivent être, soit démarrés, soit passés en marche à vide, soit passés en marche en charge, soit arrêtés, grâce au protocole de choix tel que défini ci-dessus. Cet automate programmable comprend éventuellement des moyens permettant son contrôle à distance.

20

25     Selon un quatrième aspect particulier de la présente invention, dans l'installation telle que définie précédemment, les compresseurs sont reliés en parallèle par leur côté de refoulement, à un réservoir tampon de fluide comprimé par l'intermédiaire d'une première conduite de liaison, ledit réservoir tampon étant relié au réseau de fluide comprimé par une seconde conduite de liaison munie d'une vanne de coupure. La première conduite de liaison est de préférence munie d'un filtre.

30     L'invention aussi pour objet un procédé de production d'un fluide comprimé mettant en œuvre l'installation telle que définie précédemment, caractérisé en ce qu'il comprend au cours du temps, l'une ou l'autre des étapes de fonctionnement suivantes :

(a) - lorsque la pression du fluide dans le réseau de fluide comprimé en aval de ladite installation est située dans une plage de valeur comprise entre le seuil de pression haute, PSH, et le seuil de pression basse, PSL, la pression du fluide dans ledit réseau est maintenue dans cette plage de valeur au moyen d'au moins un des compresseurs de l'installation ;

(b) - lorsque la pression du fluide dans ledit réseau devient inférieure à PSL pendant une durée paramétrable,

(i) - soit un seul des compresseurs de l'installation est arrêté, les autres étant en marche en charge et dans ce cas ledit compresseur arrêté est démarré et passé en marche en charge ;

(ii) - soit plusieurs des compresseurs de l'installation sont arrêtés, les autres étant en marche en charge et dans ce cas, le compresseur arrêté dont le nombre de démarrages à l'heure dans la dernière heure ( $N_D$ ) est le plus petit, est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs arrêtés ont ce même ( $N_D$ ) minimum, celui dont le temps de marche globale (TMG) est le plus court est passé en marche en charge ;

(iii) - soit tous les compresseurs de l'installation sont arrêtés et dans ce cas, le compresseur arrêté dont le ( $N_D$ ) est le plus petit, est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs arrêtés ont ce même ( $N_D$ ) minimum, celui dont le (TMG) est le plus court, est passé en marche en charge ;

(iv) - soit un seul des compresseurs de l'installation est en marche à vide, les autres étant en marche en charge ou arrêtés et dans ce cas ledit compresseur en marche à vide est passé en charge ;

(v) - soit plusieurs des compresseurs de l'installation sont en marche à vide, les autres étant en marche en charge ou arrêtés et dans ce cas, le compresseur en marche à vide dont la durée restante avant prochain démarrage disponible (TRDEM) est la plus longue, est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs en marche à vide ont cette même (TRDEM) maximum, celui dont le ( $N_D$ ) est le plus grand, est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs en marche à vide ont cette même (TRDEM) maximum et ce même ( $N_D$ ) maximum, celui dont le (TMG) est le plus court est passé en charge ;

(vi) - soit tous les compresseurs de l'installation sont en marche à vide et dans ce cas, le compresseur en marche à vide dont la (TRDEM) est la plus



longue, est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs arrêtés ont ce même (TRDEM) maximum, celui dont le ( $N_D$ ) est le plus grand est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs arrêtés ont cette même (TRDEM) maximum et ce même ( $N_D$ ) maximum, celui dont le (TMG) est le plus

5 court est passé en marche en charge ;

— (c) - lorsque la pression de fluide dans ledit réseau devient supérieure à PSH pendant une durée paramétrable,

(i) - soit un seul des compresseurs de l'installation est en marche en charge, les autres étant arrêtés ou en marche à vide et dans ce cas ledit compresseur est passé en marche à vide ;

10 (ii) - soit plusieurs des compresseurs de l'installation sont en marche en charge les autres étant arrêtés ou en marche à vide et dans ce cas, le compresseur en marche en charge dont le nombre de démarrages par heure disponibles ( $N_C - N_D$ ) est le plus grand, est passé en marche à vide et si plusieurs des

15 compresseurs en marche en charge ont ce même nombre ( $N_C - N_D$ ) maximum, celui dont le TMG est le plus long est passé en marche à vide;

(iii) - soit tous les compresseurs de l'installation sont en marche en charge et dans ce cas, le compresseur en marche en charge dont le nombre de démarrages par heure disponibles ( $N_C - N_D$ ) est le plus grand est passé en marche

20 à vide et si plusieurs des compresseurs en marche en charge ont ce même nombre ( $N_C - N_D$ ) maximum, celui dont le TMG est le plus long est passé en marche à vide.

Dans le procédé tel que défini ci-dessus, le nombre  $N_C$  généralement compris entre 2 et 8.

25 En considérant que  $N_C$  est déterminé sur la base d'une répartition homogène des démarrages du compresseur dans une heure donnée, on peut déterminer une durée au cours de laquelle le compresseur est arrêté et ne peut pas être démarrer une nouvelle fois. Cette durée, appelée durée restante avant le prochain démarrage disponible ou TRDEM, exprimée en heure, est donc inférieure à

30  $(1/N_C)h$ . TRDEM est égal à 0 lorsqu'il n'y a eu aucun démarrage pendant l'heure précédente.

Il est généralement admis qu'un compresseur ne peut passer directement de l'état de marche en charge à l'état en arrêt sans qu'il ne soit resté à l'état de

marche à vide pendant une durée minimale, appelée ici durée minimale de marche à vide avant arrêt ou TMAV.

Dans le procédé tel que défini précédemment, TMAV est généralement supérieur ou égal à 30 secondes.

5 Dans le procédé tel que défini ci-dessus, le TMG ou temps de marche globale, exprime le nombre d'heures durant lesquelles un compresseur donné a marché depuis la mise en route de l'installation.

Selon un troisième aspect particulier du procédé tel que défini ci-dessus, lorsqu'un compresseur est en marche à vide depuis une durée supérieure à  
10 TMAV, il est passé à l'arrêt.

Selon un quatrième aspect particulier du procédé tel que défini ci-dessus, lorsque dans l'installation au moins un des compresseurs est à l'arrêt, et qu'au moins un des compresseurs est en marche en charge, lorsque la durée depuis le dernier démarrage dudit compresseur en marche est supérieure à une durée de  
15 permutation appelée  $T_P$ , et que son TMG est supérieur au TMG du compresseur à l'arrêt, le compresseur à l'arrêt est passé en marche en charge et le compresseur en marche en charge est passé à l'arrêt.

Le procédé tel que décrit précédemment, est particulièrement adapté à la production d'air comprimé.

20 Selon un dernier aspect de l'invention celle-ci a pour objet un programme informatique pour réaliser le procédé tel que défini précédemment.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

25 - la Figure 1 est une vue schématique d'une installation de production de fluide comprimé selon l'invention; et

- la Figure 2 représente les diagrammes montrant les allures de la pression de fluide dans le temps et la régulation correspondante d'un compresseur.

30 Cette installation 2 comprend trois compresseurs 4, 6, 8, munis chacun d'un moyen de commutation, 32, 34 et 36 aptes à les faire basculer dans l'un des trois états que sont l'arrêt, la marche à vide et la marche en charge, qui sont reliés en parallèle à l'entrée 10 d'un réservoir tampon 12 de fluide comprimé par l'intermédiaire d'une première conduite de liaison 14 munie d'un filtre 16. Une sor-

tie 18 du réservoir tampon 12 est reliée à un réseau d'utilisateur d'air comprimé (non représenté) par l'intermédiaire d'une seconde conduite de liaison 20 munie d'une vanne de coupure 22.

Les compresseurs 4, 6, 8 sont des compresseurs à vis lubrifiée. De tels compresseurs sont par exemple des compresseurs du type DSD 201/7,5 bars commercialisés par la société KAESER.

L'installation 2 comprend en outre une source d'énergie électrique, en l'occurrence une source de courant de puissance triphasé 24.

L'installation 2 comprend trois premières lignes 26, 28, 30 de connexion à trois fils. Chacune des premières lignes de connexion 26, 28, 30 relie l'un des compresseurs 4, 6, 8 à la source de courant 24.

Un capteur de pression 54 du fluide est disposé en aval des compresseurs 4, 6, 8 dans le réseau de fluide, par exemple dans le réservoir tampon 12.

L'installation 12 comprend en outre un dispositif de commande, en l'occurrence un automate programmable CMD.

Ce dispositif de commande CMD comprend une entrée 56 qui est reliée au capteur de pression 54 par une ligne de capteur 58, afin de constater la pression de fluide P établie dans le réseau de fluide.

La commande CMD comprend en outre trois sorties 60, 62, 64 qui sont reliées à des première 66, deuxième 68 et troisième 70 lignes de commande des moyens de commutation 32, 34 et 36.

Les sorties 60, 62, 64 et les lignes de commande associées 66, 68, 70, sont adaptées pour piloter le basculement des compresseurs 4, 6 et 8.

Les sorties 60, 62, 64 sont asservies par une unité centrale CPU de la commande CMD en fonction de la pression de fluide P.

Outre l'unité centrale CPU, l'automate programmable CMD comprend une mémoire MEM dans laquelle sont stockés les seuils de pression haute PSH et pression basse PSL, et l'ensemble des données acquises relatives aux paramètres et variables indiquées précédemment et un programme PRG de commande de l'installation apte sélectionner, lorsque la pression P constatée dépasse les seuils de pressions PSH ou PSL, le ou les compresseurs qui, à un instant t donné, doivent être, soit démarrés, soit passé en marche à vide, soit passé en marche en charge, soit arrêtés.

De plus, la mémoire MEM stocke, pour chacun des compresseurs 4, 6, 8, le temps total de fonctionnement du compresseur 4, 6, 8 associé.

Le programme PRG mis en oeuvre dans la commande CMD contrôle les moyens de commutation 32, 34 et 36 selon un mode de branchement exclusif.

5 La commande CMD est en outre munie de moyens de détection d'une défaillance de l'un des composants de l'installation.

Ces moyens sont connectés à une ligne téléphonique 80 afin d'avertir le personnel de maintenance dans le cas d'une défaillance.

La Figure 2 représente un exemple de l'allure sur un intervalle de temps d'une heure, de la pression  $P$  régnant dans le réseau d'air ainsi que deux diagramme des changement d'état de trois compresseurs en parallèle (CO1, CO2, CO3), selon l'invention (nouvelle loi de commande) et selon l'état de la technique (ancienne loi).

15 Les abscisses des deux diagrammes représentent les différents états des trois compresseurs : (MC marche en charge ; MV : marche à vide ; SB : arrêt).

Cette figure fait apparaître que le procédé selon la nouvelle loi de commande permet d'éliminer une grande partie des marches à vide existant dans le procédé selon l'ancienne loi de commande (zones grises du diagramme).

20 A l'issue de l'expérience décrite ci-dessous, on a constaté que l'installation selon l'invention permettait d'économiser jusqu'à environ 10 % d'énergie par rapport à une installation de l'état de la technique.

## REVENDEICATIONS

1 - Installation de production d'un fluide comprimé comprenant :

5       - n compresseurs, n étant supérieur ou égal à 1, dont le côté de refoulement est relié à un réseau de fluide comprimé,

          - pour chacun des compresseurs, une ligne de connexion avec une source d'énergie,

          - pour chacun des compresseurs, au moins un moyen de commutation, adapté pour déclencher le changement d'état de chacun des compresseurs,

10       - au moins un capteur de pression adapté pour mesurer la pression du fluide régnant dans le réseau de fluide comprimé, et

          - au moins un moyen de commande adapté pour commander l'un ou l'autre des moyens de commutation,

          caractérisée en ce que :

15       le ou les moyens de commande sont reliés à un ou plusieurs moyens d'actionnement individuel de chacun des moyens de commutation, et

          le ou les moyens de commande comprennent un ou plusieurs moyens de sélection, aptes à sélectionner un ou plusieurs des compresseurs devant être, soit démarrés, soit passés en marche à vide, soit passés en marche en charge, soit passés à l'arrêt, selon un protocole de choix prédéterminé, fonction de la pression dudit fluide comprimé dans ledit réseau.

2 - Installation telle que définie à la revendication 1, dans laquelle les compresseurs mis en œuvre, sont de préférence de type "tout-ou-rien".

25       3 - Installation telle que définie à l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle les compresseurs sont identiques.

          4 - Installation telle que définie à l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle le fluide comprimé est de l'air comprimé.

          5 - Installation telle que définie à l'une des revendications 1 à 4, comprenant de deux à six compresseurs.

30       6 - Installation telle que définie à l'une des revendications 1 à 5, comprenant au moins un moyen d'acquisition de données, apte à dater et à déterminer chaque changement d'état de chaque compresseur de façon permanente ou discontinue dans le temps.

7 - Installation telle que définie à l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle les moyens de commandes comprennent un automate programmable caractérisé en ce qu'il comprend une unité centrale comprenant une mémoire et un programme informatique apte sélectionner, lorsque la pression  $P$  constatée dépasse les seuils de pressions PSH ou PSL, le ou les compresseurs qui, à un instant  $t$  donné, doivent être, soit démarrés, soit passés en marche à vide, soit passés en marche en charge, soit arrêtés et éventuellement des moyens permettant son contrôle à distance et qu'il est apte à fonctionner au moyen d'un programme adapté pour le protocole de choix tel que défini ci-dessus.

8 - Installation telle que définie à l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle les compresseurs sont reliés en parallèle par leur côté de refoulement, à un réservoir tampon de fluide comprimé par l'intermédiaire d'une première conduite de liaison, ledit réservoir tampon étant relié au réseau de fluide comprimé par une seconde conduite de liaison munie d'une vanne de coupure.

9 - Installation telle que définie à la revendication 8, dans laquelle la première conduite de liaison est munie d'un filtre.

10 - Installation (2) telle que définie à l'une des revendications 1 à 9, comprenant :

- trois compresseurs (4), (6) et (8), munis chacun d'un moyen de commutation (32), (34) et (36), qui sont reliés en parallèle à l'entrée (10) d'un réservoir tampon (12) de fluide comprimé par l'intermédiaire d'une première conduite de liaison (14) munie d'un filtre (16) ; une sortie (18) du réservoir tampon (12), est reliée à un réseau d'utilisateur de fluide comprimé, par l'intermédiaire d'une seconde conduite de liaison (20) munie d'une vanne de coupure 22 ;

- une source de courant de puissance triphasé (24) ;

- trois lignes (26), (28), (30) de connexion à trois fils reliant l'un des compresseurs (4), (6) et (8) à la source de courant (24) ;

- un capteur de pression (54) du fluide disposé en aval des compresseurs (4), (6) et (8) dans le réseau de fluide, par exemple dans le réservoir tampon (12) ;

- un dispositif de commande, en l'occurrence un automate programmable CMD, comprenant :

une unité centrale (CPU),

une mémoire (MEM) dans laquelle sont stockés les seuils de pression haute PSH et pression basse PSL, et l'ensemble des données acquises relatives aux paramètres et variables indiquées précédemment,

un programme (PRG) de commande de l'installation apte sélectionner, lorsque la pression P constatée dépasse les seuils de pressions PSH ou PSL, le ou les compresseurs qui, à un instant t donné, doivent être, soit démarrés, soit passés en marche à vide, soit passés en marche en charge, soit arrêtés,

une entrée (56) reliée au capteur de pression (54) par une ligne de capteur (58),

dés moyens de détection d'une défaillance de l'un des composants de l'installation (2), connectés à une ligne téléphonique (80),

trois sorties (60), (62) et (64) reliées à des première (66), deuxième (68) et troisième (70) lignes de commande des moyens de commutation (32), (34) et (36), les sorties (60), (62) et (64) et les lignes de commande associées (66), (68) et (70), étant adaptées pour basculer chacun des compresseurs dans l'un ou l'autre des trois états suivants : arrêt, marche à vide et marche en charge ; les sorties (60), (62) et (64) étant asservies par l'unité centrale CPU de la commande CMD, à la pression du fluide P.

11 - Procédé de production d'un fluide comprimé mettant en œuvre l'installation telle que définie à l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend au cours du temps, l'une ou l'autre des étapes de fonctionnement suivantes :

(a) - lorsque la pression du fluide dans le réseau de fluide comprimé en aval de ladite installation est située dans une plage de valeur comprise entre le seuil de pression haute, PSH, et le seuil de pression basse, PSL, la pression du fluide dans ledit réseau est maintenue dans cette plage de valeur au moyen d'au moins un des compresseurs de l'installation ;

(b) - lorsque la pression du fluide dans ledit réseau devient inférieure à PSL pendant une durée paramétrable,

(i) - soit un seul des compresseurs de l'installation est arrêté, les autres étant en marche en charge et dans ce cas ledit compresseur arrêté est démarré et passé en marche en charge ;

(ii) - soit plusieurs des compresseurs de l'installation sont arrêtés, les autres étant en marche en charge et dans ce cas, le compresseur arrêté dont le nombre de démarrages à l'heure dans la dernière heure ( $N_D$ ) est le plus petit, est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs arrêtés ont ce même ( $N_D$ ) minimum, celui dont le temps de marche globale (TMG) est le plus court est passé en marche en charge ;

(iii) - soit tous les compresseurs de l'installation sont arrêtés et dans ce cas, le compresseur arrêté dont le ( $N_D$ ) est le plus petit, est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs arrêtés ont ce même ( $N_D$ ) minimum, celui dont le (TMG) est le plus court, est passé en marche en charge ;

(iv) - soit un seul des compresseurs de l'installation est en marche à vide, les autres étant en marche en charge ou arrêtés et dans ce cas ledit compresseur en marche à vide est passé en charge ;

(v) - soit plusieurs des compresseurs de l'installation sont en marche à vide, les autres étant en marche en charge ou arrêtés et dans ce cas, le compresseur en marche à vide dont la durée restante avant prochain démarrage disponible (TRDEM) est la plus longue, est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs en marche à vide ont cette même (TRDEM) maximum, celui dont le ( $N_D$ ) est le plus grand, est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs en marche à vide ont cette même (TRDEM) maximum et ce même ( $N_D$ ) maximum, celui dont le (TMG) est le plus court est passé en charge ;

(vi) - soit tous les compresseurs de l'installation sont en marche à vide et dans ce cas, le compresseur en marche à vide dont la (TRDEM) est la plus longue, est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs arrêtés ont ce même (TRDEM) maximum, celui dont le ( $N_D$ ) est le plus grand est passé en marche en charge et si plusieurs des compresseurs arrêtés ont cette même (TRDEM) maximum et ce même ( $N_D$ ) maximum, celui dont le (TMG) est le plus court est passé en marche en charge ;

(c) - lorsque la pression de fluide dans ledit réseau devient supérieure à PSH pendant une durée paramétrable,

(i) - soit un seul des compresseurs de l'installation est en marche en charge, les autres étant arrêtés ou en marche à vide et dans ce cas ledit compresseur est passé en marche à vide ;



(ii) - soit plusieurs des compresseurs de l'installation sont en marche en charge les autres étant arrêtés ou en marche à vide et dans ce cas, le compresseur en marche en charge dont le nombre de démarrages par heure disponibles ( $N_C - N_D$ ) est le plus grand, est passé en marche à vide et si plusieurs des

5 compresseurs en marche en charge ont ce même nombre ( $N_C - N_D$ ) maximum, celui dont le TMG est le plus long est passé en marche à vide ;

(iii) - soit tous les compresseurs de l'installation sont en marche en charge et dans ce cas, le compresseur en marche en charge dont le nombre de démarrages par heure disponibles ( $N_C - N_D$ ) est le plus grand est passé en marche

10 à vide et si plusieurs des compresseurs en marche en charge ont ce même nombre ( $N_C - N_D$ ) maximum, celui dont le TMG est le plus long est passé en marche à vide.

12 - Procédé tel que défini à la revendication 11 dans lequel, lorsqu'un compresseur est en marche à vide depuis une durée supérieure à la durée minimale de marche à vide avant arrêt (TMAV), et que le nombre ( $N_C - N_D$ ) est supérieur ou égal à 1, il est arrêté.

15

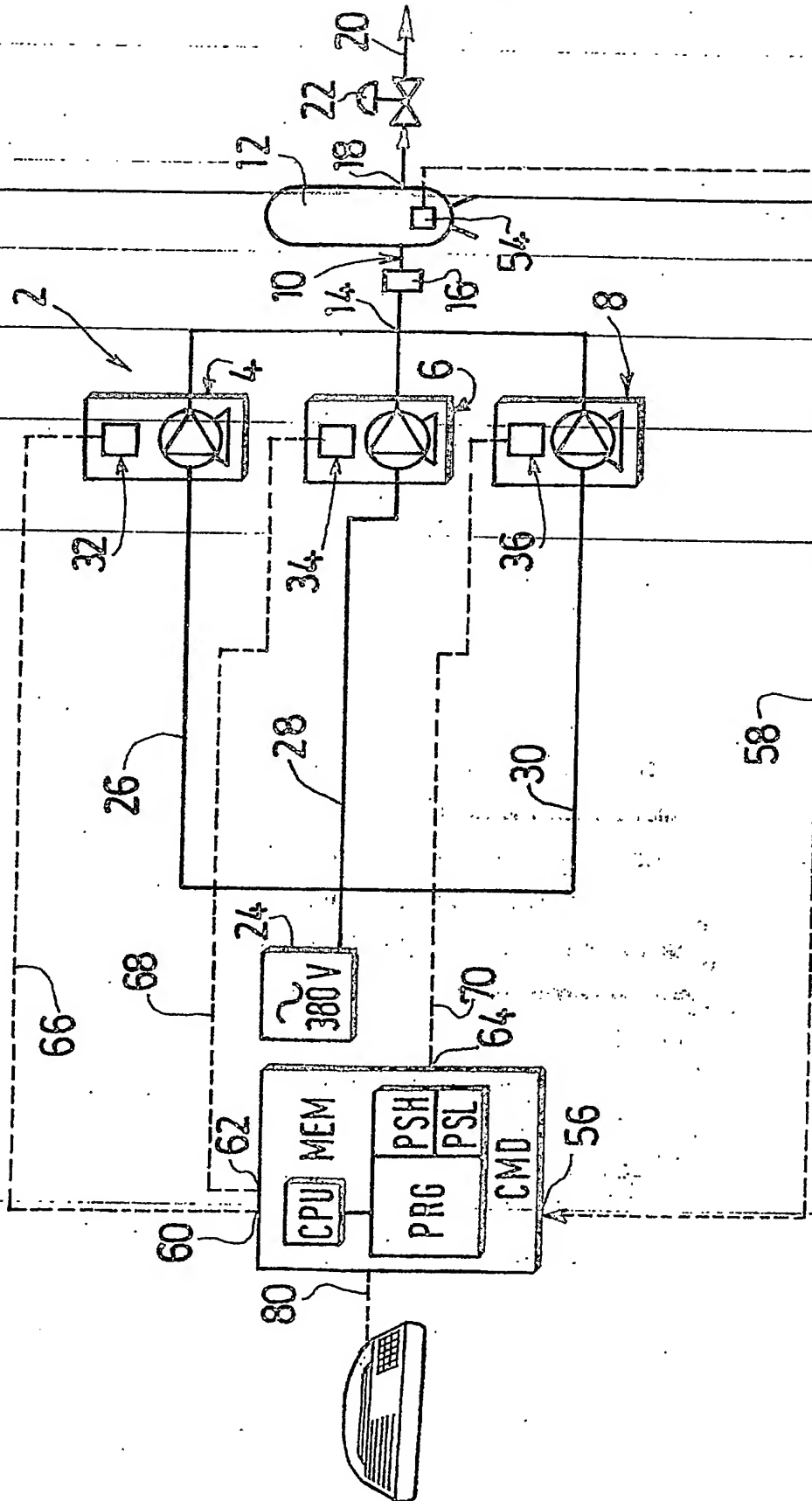
13 - Procédé tel que défini à l'une des revendications 11 ou 12, dans lequel, lorsque dans l'installation au moins un des compresseurs est à l'arrêt, et qu'au moins un des compresseurs est en marche en charge, lorsque la durée depuis le

20 dernier démarrage dudit compresseur en marche est supérieure à une durée de permutation appelée  $T_P$ , et que son TMG est supérieur au TMG du compresseur à l'arrêt, le compresseur à l'arrêt est passé en marche en charge et le compresseur en marche en charge est passé à l'arrêt.

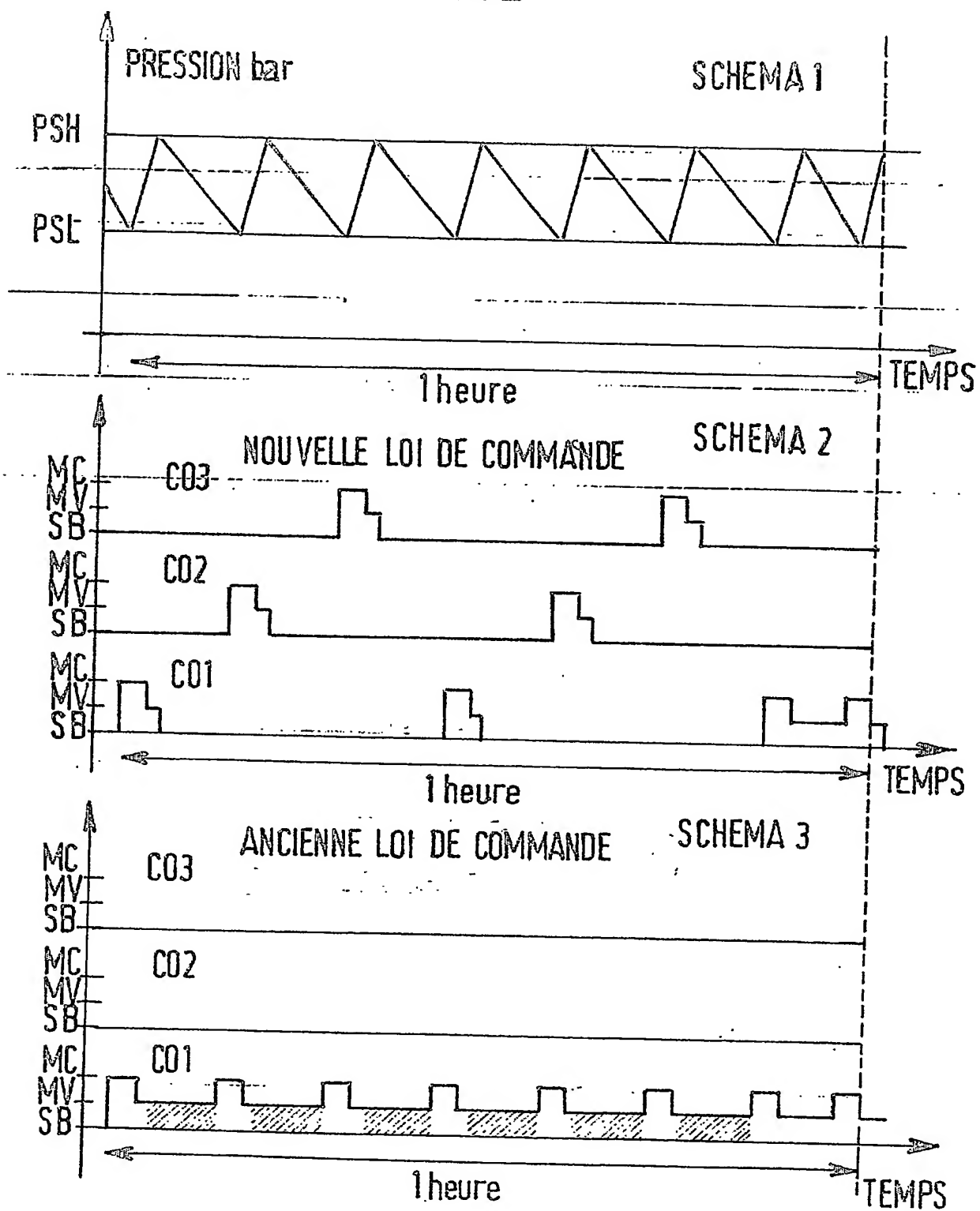
14 - Procédé tel que décrit à l'une des revendications 11 à 13, dans lequel

25 le fluide comprimé est de l'air comprimé.

15 - Programme informatique pour réaliser le procédé tel que défini à l'une des revendications 11 à 14.



**FIG. 1**

FIG.2

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75300 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 113 W / 260899

|  |                      |                                  |                     |
|--|----------------------|----------------------------------|---------------------|
| Vos références pour ce dossier<br>(facultatif)   |                      | S.6058 PHC/NS                    |                     |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL   |                      | 0300264                          |                     |
| TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)<br>INSTALLATION DE PRODUCTION D'UN GAZ COMPRIME, ET PROCEDE D'EXPLOITATION DE CETTE<br>INSTALLATION   |                      |                                  |                     |
| LE(S) DEMANDEUR(S) :<br>L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET<br>L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE<br>75 quai d'Orsay<br>75321 PARIS CEDEX 07                |                      |                                  |                     |
| DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs,<br>utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages). |                      |                                  |                     |
| Nom  |                      | LAROYE                           |                     |
| Prénoms  |                      | Stéphane                         |                     |
| Adresse  | Rue                  | 3 rue de la Tête Ronde           |                     |
|  | Code postal et ville | 91190                            | VILLIERS LE BACLE   |
| Société d'appartenance (facultatif)  |                      |                                  |                     |
| Nom  |                      | PANCRAZI                         |                     |
| Prénoms  |                      | François                         |                     |
| Adresse  | Rue                  | 64 rue de l'Egalité<br>Appt 2103 |                     |
|  | Code postal et ville | 92130                            | ISSY-LES-MOULINEAUX |
| Société d'appartenance (facultatif)  |                      |                                  |                     |
| Nom  |                      |                                  |                     |
| Prénoms  |                      |                                  |                     |
| Adresse  | Rue                  |                                  |                     |
|  | Code postal et ville |                                  |                     |
| Société d'appartenance (facultatif)  |                      |                                  |                     |
| DATE ET SIGNATURE(S)<br>DU (DES) DEMANDEUR(S)<br>OU DU MANDATAIRE<br>(Nom et qualité du signataire)<br>10 janvier 2003   |                      | Philippe CONAN                   |                     |

PCT Application  
PCT/FR2003/050167

